



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 50 227 A 1**

51 Int. Cl. 7:
F 01 D 9/04
F 03 B 3/18
F 01 D 5/14

21 Aktenzeichen: 199 50 227.7
22 Anmeldetag: 19. 10. 1999
43 Offenlegungstag: 16. 11. 2000

DE 199 50 227 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:
Voith Hydro GmbH & Co.KG, 89522 Heidenheim, DE
74 Vertreter:
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

72 Erfinder:
Kächele, Thomas, Dr., 89522 Heidenheim, DE;
Schuh, Armin, 89568 Hermaringen, DE; Simon,
Frank, Dr., 89522 Heidenheim, DE

56 Entgegenhaltungen:
US 5 87 370 A
DE-Lit.: SCARLIN, Brendon: Höherer Wirkungsgrad
durch moderne Dampfturbinentechnik, S. 15-24;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Hydraulische Strömungsmaschine**

57 Die Erfindung betrifft eine Leitschaufel für eine hydraulische Strömungsmaschine;
mit einem Schaufelkörper;
mit einem Drehzapfen zum Verdrehen des Schaufelkörpers um eine Drehachse zwecks Öffnens und Schließens der Schaufel;
der Schaufelkörper weist die folgenden Begrenzungsflächen auf:
zwei beidseits der Drehachse sowie einander gegenüberliegende strömungsführende Flächen ("Führungsflächen"), die in Strömungsrichtung die Länge l aufweisen;
zwei Stirnflächen, die einander gegenüberliegen und dabei die Führungsflächen zwischen sich einschließen;
die Führungsflächen weisen in ihren Anfangs- und Endbereichen Schließkanten auf;
wenigstens eine der Führungsflächen ist auf wenigstens einem Teil ihrer Länge um eine Achse ("sekundäre Krümmungsachse") gekrümmt, die gegen die Drehachse geneigt ist.

DE 199 50 227 A 1

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Strömungsmaschine, insbesondere eine Wasserturbine, Pumpturbine oder Pumpe, umfassend ein Laufrad, ein Gehäuse, das mit entsprechenden Zuflüssen und Abflüssen versehen ist sowie einen Leitapparat. Laufrad und Leitrade umfassen jeweils eine Mehrzahl von Schaufeln. Die Schaufeln des Leitrades sind in einem Kanal angeordnet, der dem Laufrad vorgeschaltet ist. Es können auch zwei oder mehrere Leiträder vorgesehen sein. Als Beispiel wird auf US-A-4 496 282 verwiesen.

Es ergibt verschiedene Bauarten von Wasserturbinen. Francisurbinen werden bei größeren Fallhöhen eingesetzt. Das Laufrad wird von außen nach innen durchströmt, wobei die Abströmung stets axial erfolgt. Kaplanurbinen sind für relativ niedrige und stark schwankende Fallhöhen geeignet.

Bei Francis-Kaplan- und Rohrturbinen erfolgt die Regelung durch Verstellen der Leitschaukel über Lenker mittels Stellkräften von ein, zwei oder vier hydraulischen Servomotoren. Es werden auch Einzelservomotoren für jede Leitschaukel angewandt. Bei einer Änderung der Betriebsverhältnisse aufgrund von Fallhöhen-schwankungen oder von Durchsatzschwankungen wird der Drall vor dem Laufrad durch Leitschaukelverstellung angepaßt. Die Anpassung erfolgt derart, daß die Laufraddrehzahl je nach der abgenommenen Antriebsleistung des Generators konstant bleibt. Die Leitschaukeln bewirken in den extremen Betriebsstellungen im einen Falle einen fast freien Durchschlußquerschnitt, im anderen Falle einen nahezu geschlossenen Durchschlußquerschnitt.

Bei Kaplanurbinen und Rohrturbinen sind sowohl die Leitradschaukeln als auch die Laufradschaukeln verstellbar. Der Arbeitspunkt wird demgemäß durch eine optimale Zuordnung der Leitschaukelstellung zur Laufradschaukelstellung bestimmt.

Es wurden zahlreiche Anstrengungen unternommen, um den Arbeitsbereich und den Wirkungsgrad von hydraulischen Strömungsmaschinen mit gelenkten Strömungen zu verbessern. Eine wichtige Anforderung ist es dabei, einen möglichst hohen Wirkungsgrad über einen weiten Betriebsbereich zu sichern. Dabei wurden im Laufe der Zeit viele Teilaspekte untersucht. Moderne hydraulische Strömungsmaschinen besitzen einen Verlustanteil im optimalen Betriebspunkt von weniger als fünf Prozent. Steigerungen des Wirkungsgrades in der Größenordnung eines Zehntel Prozent gelten bereits als hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen anzugeben, mit denen die Laufradströmung beeinflußt, der Wirkungsgrad noch mehr gesteigert werden kann, und mit denen ein breites Spektrum von Fallhöhen oder von Durchsätzen oder von diesen beiden optimal ausgenutzt, und damit der Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen maximiert werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Die Erfinder schlagen demgemäß folgende Lösung vor: Wenigstens eine der strömungsführenden Flächen – im folgenden "Führungsflächen" – ist auf wenigstens einem Teil ihrer Länge um eine Achse gekrümmt – im folgenden "sekundäre Krümmungsachse" genannt – die gegen die Drehachse der betreffenden Leitschaukel geneigt ist, siehe Fig. 1.

Im Gegensatz zum Stande der Technik sind somit die Führungsflächen entlang der Drehachse nicht mehr zylindrische bzw. konische Flächen oder allein aus zylindrischen bzw. konischen Teilflächen gebildet. Vielmehr sind die Führungsflächen zumindest auch aus anderen Flächen gebildet. Dabei sind dies insbesondere Flächen oder Flächenelemente, die um eine in Strömungsrichtung verlaufende se-

kundäre Krümmungsachse gekrümmt sind. Der Schaufelkörper ist somit – in Draufsicht auf die Austrittskante gesehen – ausgewölbt.

Die Schließkanten am Eintritt und am Austritt der Leitschaukel, definiert als Berührungskurven benachbarter Leitschaukeln in geschlossenem Zustand, sind somit keine Geraden mehr.

Es gibt zahlreiche Varianten des genannten, grundlegenden Erfindungsgedankens. Die wichtigsten Varianten sind in der nachstehenden Figurenbeschreibung veranschaulicht. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Fig. 1 zeigt in perspektivischer Darstellung eine Leitschaukel,

Fig. 2 zeigt die Leitschaukel gemäß Fig. 1 gemäß der Schnittlinie A-A,

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Leitschaukel in perspektivischer Darstellung,

Fig. 4 veranschaulicht vier Varianten der Krümmung von Führungsflächen um die sekundäre Krümmungsachse, wiederum in einer Schnittansicht gemäß der Schnittebene A-A in Fig. 1.

Die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Leitschaukel wird in Pfeilrichtung angeströmt. Man erkennt hierbei die Drehachse 1 der Schaufel. Man erkennt ferner strichpunktartig angedeutet die sekundäre Krümmungsachse als imaginäre Achse. Ferner erkennt man die Führungsflächen 3, die die Strömung führen. Schließlich erkennt man die Schließkante 4.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform weist die Schaufel eine besonders ausgefallene Krümmung um die sekundäre Krümmungsachse 2 auf.

In Fig. 4 sind die folgenden Varianten dargestellt:

Bei den Varianten 1 und 2 sind die Führungsflächen um die sekundäre Krümmungsachse verdreht.

Bei den Varianten 1 und 2 hat die Schaufel eine sichelartige Form. Bei den Varianten 3 und 4 hat die Schaufel eine bananenartige Form.

Was hier bezüglich der Gestalt und Anordnung der strömungsführenden Flächen zu beweglichen Leitschaukeln ausgeführt wurde, läßt sich auch bei feststehenden Leitschaukeln (Traversen) anwenden.

Patentansprüche

1. Leitschaukel für eine hydraulische Strömungsmaschine;

1.1 mit einem Schaufelkörper;

1.2 mit einem Drehzapfen zum Verdrehen des Schaufelkörpers um eine Drehachse zwecks Öffnens und Schließens der Schaufel;

1.3 der Schaufelkörper weist die folgenden Begrenzungsflächen auf:

1.3.1 zwei beidseits der Drehachse sowie einander gegenüberliegende strömungsführende Flächen ("Führungsflächen"), die in Strömungsrichtung die Länge 1 aufweisen;

1.3.2 zwei Stirnflächen, die einander gegenüber liegen und dabei die Führungsflächen zwischen sich einschließen;

1.4 die Führungsflächen weisen in ihren Anfangs- und Endbereichen Schließkanten auf;

1.5 wenigstens eine der Führungsflächen ist auf wenigstens einem Teil ihrer Länge im Bereich der Schließkante um eine Achse ("sekundäre Krümmungsachse") gekrümmt, die gegen die Drehachse geneigt ist.

2. Leitschaukel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die sekundäre Krümmungsachse im wesentlichen in Strömungsrichtung verläuft.

3. Leitschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die sekundäre Krümmungsachse gegen die Strömungsrichtung geneigt ist.
4. Leitschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die betreffende Führungsfläche aus mehreren Flächenelementen gebildet sind, die über die Länge des Schaufelkörpers verteilt sind und die jeweils unterschiedlich angeordnete sekundäre Krümmungsachsen aufweisen.
5. Leitschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaufelkörper wenigstens auf einem Teil seiner Länge eine konstante Dicke aufweist.
6. Leitschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsflächen in einem zur Drehachse parallelen, quer zur Strömungsrichtung gelegten Schnitt gesehen, wenigstens auf einem Teil der Länge des Schaufelkörpers eine Sichel miteinander bilden.
7. Leitschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsflächen in einem zur Drehachse parallelen, quer zur Strömungsrichtung gelegten Schnitt gesehen, wenigstens auf einem Teil der Länge des Schaufelkörpers eine Banane miteinander bilden.
8. Leitschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließkante, entlang welcher eine benachbarte Schaufel an einer der Führungsflächen anliegt, eine von einer Geraden abweichende Kurve ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

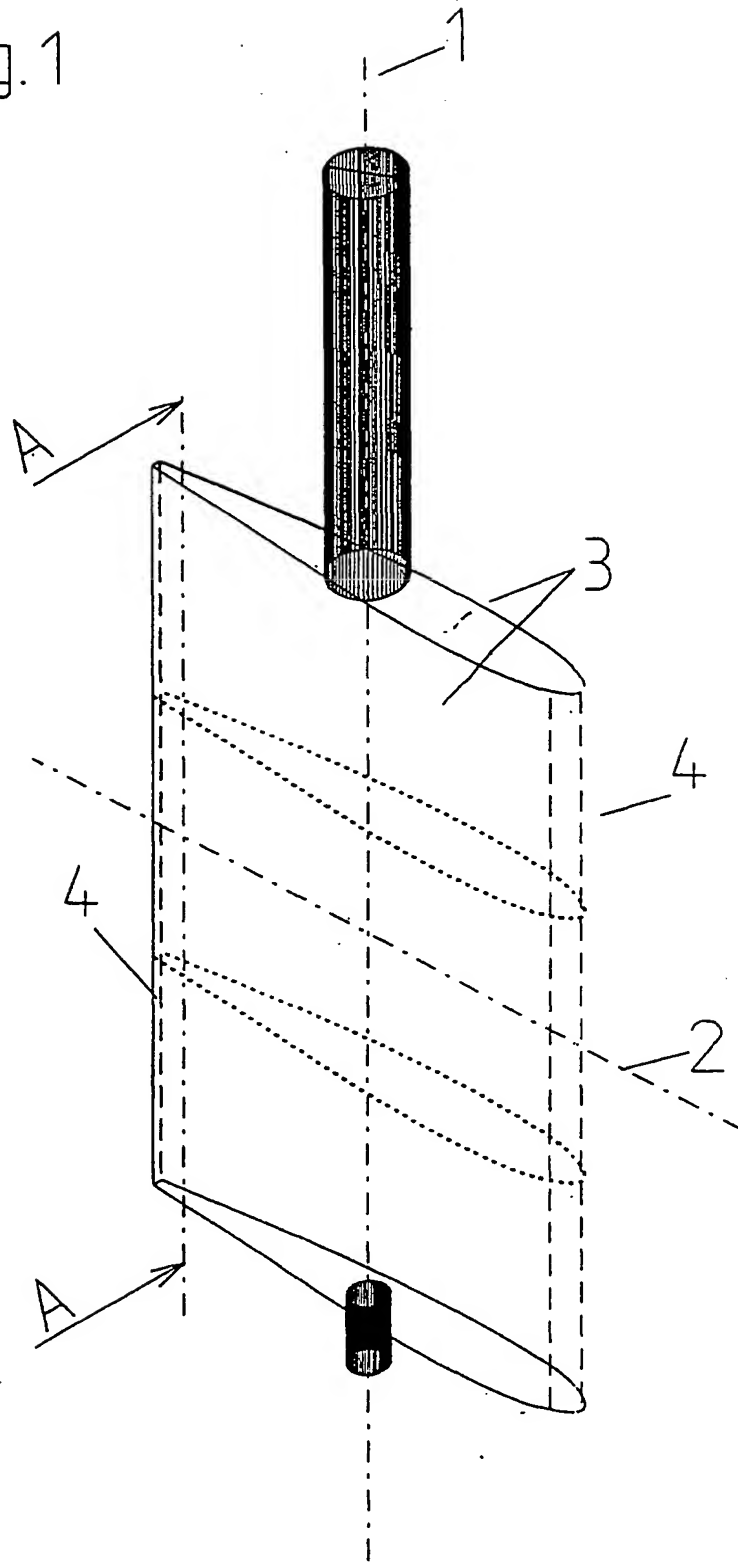


Fig. 2



Fig. 3

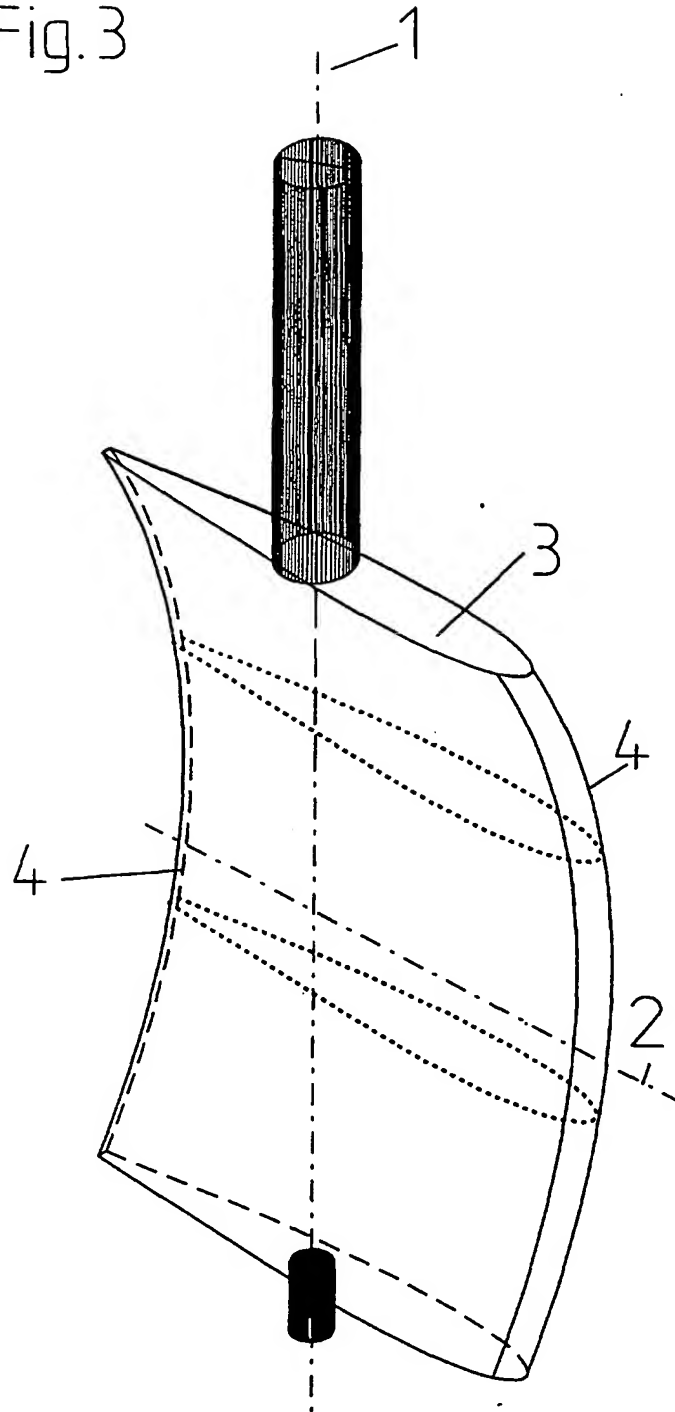


Fig. 4

